

Caracterización morfológica de 151 accesiones de papa (*Solanum tuberosum* subespecie *stenotomun* Juz. & Bukasov) de la Colección Nacional de Tubérculos Andinos del INIAF (Toralapa-Cochabamba)

Maritza Paxi Solares¹, Rosario Lucero², Juan José Vicente²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias-UTO

²Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Calle Batallón Colorados N° 24, Edificio El Cóndor Piso 16, La Paz.

e-mail: www.mari17-25@hotmail.com

Resumen

En el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas, que se encuentra bajo custodia del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), la colección de papa presenta 1.856 accesiones correspondientes a ocho especies. El presente estudio tuvo el objetivo de analizar las características morfológicas de 151 accesiones de papa de *Solanum tuberosum* subespecie *stenotomun* (Juz. & Bukasov). Se realizó la caracterización morfológica de las accesiones de papa con base en la metodología propuesta por el CIP (2005), evaluando 29 descriptores cualitativos. Estas variables fueron procesadas con análisis de estadística descriptiva (frecuencias), las técnicas multivariadas de agrupamiento utilizando la distancia euclidiana y el análisis de consenso (Procrustes) entre las características agrupadas en matrices a nivel tubérculo y planta. El análisis de conglomerados permitió caracterizar el germoplasma en siete grupos; por otra parte, el análisis de consenso (procrustes generalizado) permitió determinar un 74,1% de consenso entre los grupos de descriptores morfológicos registrados a nivel de planta (fruto, flor, planta) con descriptores a nivel de tubérculo.

Palabras clave: papa, recursos genéticos, caracterización morfológica, análisis multivariado.

Abstract

The Germplasm Bank of Andean Tubers and Roots in custody of INIAF (National Institute of Agricultural and Forestry Innovation), presents 1856 potato accessions corresponding to eight species of potato. This study aimed to analyze the morphological characteristics of 151 accessions of potato *Solanum tuberosum* subspecies *stenotomun* (Juz. & Bukasov). The morphological characterization of the accessions of potato was based on the methodology proposed by the CIP (2005) this way were evaluated 29 qualitative descriptors. These variables were processed with descriptive statistical analysis (frequencies), multivariate analysis; clustering using Euclidean distance and consensus analysis (Procrustes) between the characteristics grouped into arrays of tuber and aerial part. Cluster analysis allowed characterizing germplasm into seven groups; For another hand the consensus analysis (generalized Procrustes) allowed determining a 74.1% consensus between groups of morphological descriptors evaluated at plant level (fruit, flower, ground) and level descriptors tuber.

Keywords: potato, genetic resources, morphological characterization, multivariate data analysis

Introducción

La papa es uno de los cinco alimentos más importantes del mundo, además se adapta a diversas condiciones ambientales de los países; el cultivo es muy importante por su valor nutricional, así se colabora con la seguridad alimentaria del mundo, de ahí surge la necesidad de conservar el material genético en los bancos de genes de tubérculos, que para mejorar el manejo realizan la caracterización y evaluación de las accesiones para evitar duplicados, erosión genética, pérdida y cambios a lo largo del tiempo. En este sentido, el trabajo refleja la variabilidad de 151 accesiones de papa de la subespecie *Solanum stenotomun* del Banco de Nacional de Tubérculos Bolivia, administrado por INIAF.

Con estos antecedentes, el presente trabajo de investigación tuvo los objetivos de caracterizar morfológicamente el germoplasma de 151 accesiones de papa para describir la variabilidad morfológica y complementar la base de datos del Banco Nacional de Tubérculos.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El presente trabajo se desarrolló durante la gestión agrícola 2013-2014 en la Estación Experi-

mental de Toralapa, ubicada en la provincia Tiraque, primera sección, Latitud 17° 28' 35.01" S, Longitud 65° 39' 9.88" O, Altitud 3526 msnm, a una distancia de 73 km de la ciudad de Cochabamba, sobre la carretera antigua a Santa Cruz. La temperatura promedio es de 12,7 °C y con una precipitación pluvial de 573 mm/año (Senamhi, 2014) como se especifica en la figura 1.

La estrategia de conservación de los tubérculos andinos sigue una lógica de uso de metodologías complementarias, esta actividad empieza la primera quincena del mes de octubre 2013 con la ayuda de un tractor para las labores de roturado, rastreado y desterronado. Posteriormente se procedió a mullir y nivelar el área de estudio para facilitar la emergencia y uniformidad de las plantas.

Se preparó la semilla de accesiones de papa (*Solanum stenotomun*), antes de la siembra se realizó la selección de tubérculos de semilla para la siembra, verificando la pertenencia de las accesiones a cada grupo según su descripción morfológica, la siembra se realizó en surcos, con una distancia entre surcos de 0,85 m, distancia entre plantas de 0,30 m en bloque de 3,5 m y distancia entre bloques de 1m y en cada surco 15 tubérculos sembrados, se realizó la siembra en suelo húmedo con la ayuda de un tractor agrícola para abrir los surcos y cubrir la semilla. Se realizaron

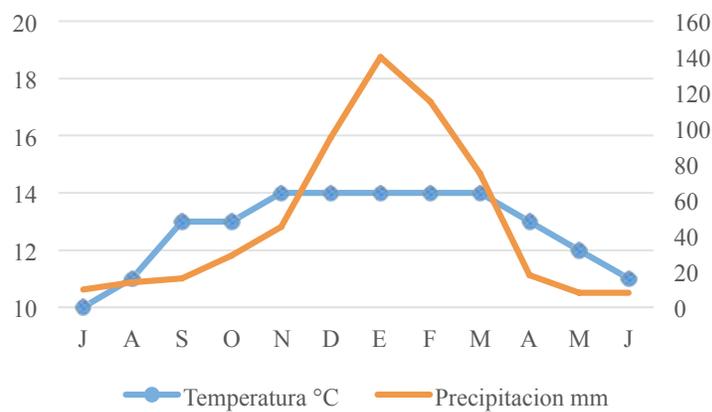


Figura 1. Distribución de la precipitación total mensual y la temperatura media mensual durante la gestión agrícola 2013-2014 en la E.E. Toralapa.

las labores culturales correspondientes, como el control de malezas, ataque de insectos y enfermedades (controles preventivos especialmente contra gorgojo, polilla, manchas foliares y tizón tardío), drenajes para evitar pudriciones en los tubérculos, aporques, selección negativa y positiva (eliminación de plantas atípicas).

La cosecha se efectuó en la segunda quincena de abril del 2014, se colocaron en sacos tipo red 60 tubérculos representativos por accesión, debidamente identificados y se colocaron en cajas también identificadas, en el silo de almacenamiento, las cajas plásticas, se ubicaron en estantes con base en el orden de secuencia de la siembra en el campo.

Caracterización morfológica

Para una mejor evaluación de las accesiones de papa se tomó en cuenta variables cualitativas, que expresan una cualidad, atributo o característica, para su caracterización morfológica y evaluación se les asignó un código. El trabajo se dividió en tres fases: floración, fructificación y evaluación de tubérculos a la cosecha, metodología propuesta por el Centro Internacional de Papa (CIP, 2006), lista descriptores y tablas de colores de papa.

Se observó un mínimo de tres plantas representativas, es decir, aquellas que expresaron las características de forma similar que las otras; no se consideró las plantas que crecen en los extremos para evitar el efecto de borde. Teniendo en cuenta estas consideraciones se procedió la caracterización según la secuencia de crecimiento y desarrollo; la caracterización de los tubérculos se realizó inmediatamente después de la cosecha, seleccionando 10 tubérculos representativos de cada accesión, sin daños y sanos. La toma de fotografías se realizó paralelamente a la caracterización de tubérculos.

Los descriptores registrados fueron: Hábito de la planta (HPL), Color del tallo (CTL), Forma alas tallo (FAL), Tipo de disección (TDS),

Número foliolos laterales (NFL), Número interhojuelas entre foliolos laterales (NIF), Número de interhojuelas sobre peciolulos (NIP), Grado de floración (GFL), Pigmentación en el pistilo (PPT), Color de la baya (CBY), Forma de la baya (FBY), Forma general del tubérculo (FGR), Forma rara o variante de forma del tubérculo (FRA), profundidad de ojos (POJ), Color predominante de la piel del tubérculo (CPPL), Intensidad color predominante (INTC), Forma de la corola (FCL), Color predominante de la flor (CPF), Intensidad de color predominante de la flor (INT), Color secundario de la flor (CSF), Distribución del color secundario de la flor (DCS), Color del pedicelo (CPL), Color del cáliz (CLZ), Pigmentación en anteras (PAN), Color secundario piel tubérculo (CSP), distribución del color secundario de la piel del tubérculo (DSCPL), color predominante de la piel del tubérculo (CPPL), Color secundario de la pulpa del tubérculo (CSPL), Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo (DCSP), Color principal de la carne del tubérculo (CPP), Color secundario de la carne del tubérculo (CSPL), Distribución del color secundario de la carne del tubérculo (DCSP).

Resultados y discusión

Los resultados se discuten sobre 151 accesiones caracterizadas y evaluadas, se tomó en cuenta 28 variables cualitativas, después de discriminar variables que no presentaron variación. A continuación se describe el análisis de frecuencias que permitió ver el comportamiento de las accesiones para cada una de las variables cualitativas.

En el análisis de frecuencias se tienen los siguientes resultados: predominan las accesiones de HPL decumbentes y semierectas (43 y 42%). En la hoja (TDS) todas fueron disectadas, en NFL predominan 4 pares de foliolos (56%); en NIF 2 pares (64%); en el NIP sobresale el carácter ausente (85%) (sin interhojuelas); en CTL predomina el color verde con pocas manchas (36%), también de importancia el color verde

con muchas manchas (19%); en FAL se presentó la forma recta con 50%; en el GFL es notoria la floración profusa (57%); en la FCL la forma rotada (68%). En cuanto a color de la flor sobresale el morado (54%); con color predominante oscuro (40%), en el CSF el carácter predominante es ausente (67%), es decir, no tiene color secundario de flor; en PAN predominan anteras sin antocianinas (68%) sin pigmentación en anteras; en PPT predomina el pistilo sin antocianinas (47%); en CLZ Cáliz pigmentado con poco verde (28%); Pedicelo ligeramente pigmentado a lo largo de la articulación (52%); en las bayas predomina el color verde (43%) con forma globosa (64%); en el tubérculo presentó el color marrón en la piel del tubérculo con intensidad oscuro (45%); en CSP o color secundario predomina el estado ausente (42%), en la forma se notan las siguientes caracteres: comprimido, elíptico, oblongo, ovalado y oblongo-alargado con 21%, 15%, 18%, 17%, 13%, respectivamente, y como variante la forma concertinada con 4% (la mayoría de las accesiones el 89% no

tiene forma rara). En lo referente a la profundidad de ojos el carácter más frecuente es de ojo medio profundo (46%); en la carne del tubérculo presentó el color crema (43%) y como color secundario el color morado en 16% (el 44% no tiene color secundario) y la distribución del color secundario sobresale en frecuencia el carácter de pocas manchas (32%).

Con el método de agrupamiento jerárquico de Ward, obtenido a partir de la matriz de distancias euclídeas, se puede visualizar los patrones de variación entre las variables estudiadas. En el dendrograma se puede apreciar las variables que formaron fusiones con mayor homogeneidad, constituyéndose en siete grupos. El primer grupo está conformado por 39, 29, 25, 10, 6, 35 y 7 accesiones; los grupos con menor cantidad de accesiones presentan distancias de aglomeración promedio menores al resto de los grupos, por su baja cantidad de accesiones pueden considerarse agrupaciones homogéneas en las características evaluadas.

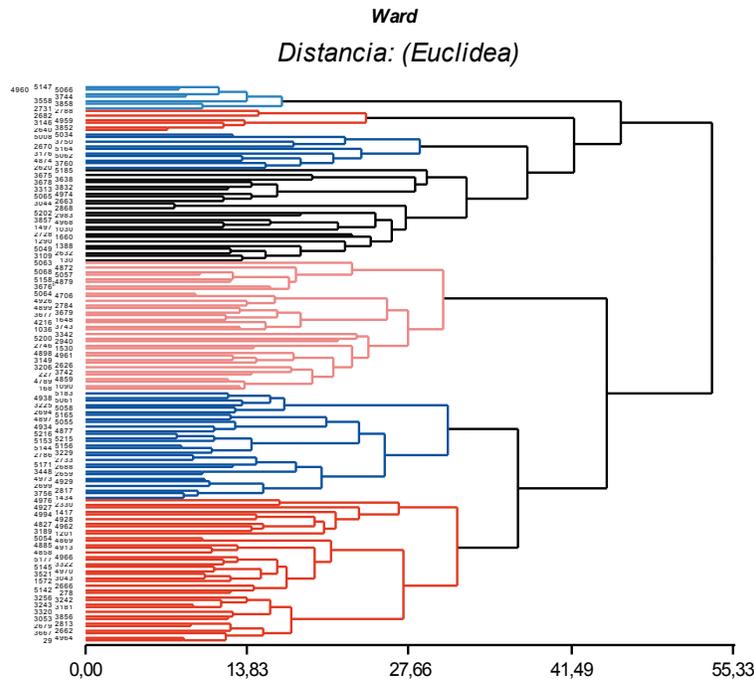


Figura 2. Dendrograma de agrupamiento jerárquico mediante el método de Ward de 151 accesiones de papa nativa de la subespecie *Solanum stenotomun* Juz. & Bukasov., basadas en la distancia euclidiana según caracterización morfológica.

Cuadro 1. Frecuencias absolutas de caracteres morfológicos frecuentes a nivel de planta de siete grupos de accesiones obtenidas según el análisis de Ward, de la colección de 151 accesiones de papa de la subespecie *Solanum stenotomum* Juz. & Bukasov.

Descriptor (planta)/Grupo	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Hábito de crecimiento de la planta (HPL)							
Decumbente	21		11	4	4	10	6
Semierecto	15	16	9	4	2	17	
Semiarrosetado	3	4	3	2		7	7
Número de foliolos laterales de la hoja (NFL)							
3 pares	1	2	2		3		
4 pares	21	20	14	6	3	19	2
5 pares	17	7	9	4		15	5
Número interhojuelas entre foliolos laterales de la hoja (NIF)							
1 par	7	9	8	1	4	12	
2 pares	28	20	16	4	2	21	5
3 pares	4		1	5		2	2
4 ó más pares	39	29	25	10	6	35	7
Número interhojuelas sobre peciolulos de la hoja (NIP)							
Ausente	36	27	18	7	6	30	5
1 par	3	2	7	3		5	2
Color de tallo (CTL)							
Verde	2	2	3		5		
Verde con pocas manchas	21	10	14			2	7
Verde con muchas manchas	11	12	4	1		1	
Pigmentado con abundante verde	3	2	2	3	1	9	
Pigmentado con poco verde	2	2		4		11	
Rojizo			2	2		1	
Morado		1				11	
Forma de las alas-tallo (FAL)							
Ausente						5	
Dentado	9	10	8	1		7	
Ondulado	13	6	7	1		2	6
Recto	17	13	10	8	6	21	1

Cuadro 2. Frecuencias absolutas de caracteres morfológicos frecuentes a nivel de flor de siete grupos de accesiones obtenidas según el análisis de Ward, de la colección de 151 accesiones de papa de la subespecie *Solanum stenotomum* Juz. & Bukasov.

Descriptor /estado (flor)	Grupo						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Grado de floración (GFL)							
Floración moderada	18	7	8	3	3	9	4
Floración profusa	21	22	7	7	3	24	2
Floración escasa			10			2	1
Forma de la corola (FCL)							
Semiestrellada			3	2		1	
Pentagonal	2	3	18		1	8	6
Rotada	37	26	3	8	5	23	1
Color predominante de la flor (CPF)							
Blanco	2	1	1		6	1	
Rojo- morado	17	2	3	3			
Azul-morado						1	7
Lila			1	5			
Morado	19	25	13	2		23	
Violeta	1	1	6			10	
Intensidad de color predominante de la flor (INT)							
Pálido	4	3	8		6	13	7
Intermedio	10	8	12	8		12	
Intenso / Oscuro	25	18	5	2		10	
Color secundario de la flor (CSF)							
Ausente	31	21	10	2	6	30	1
Blanco	5	8	15	8		5	6
Distribución del color secundario de la flor (DCS)							
Ausente	32	21	10	2	6	30	1
Acumen (blanco) – Envés	2	6	4	7		5	6
Acumen (blanco) – Ambos	1	2	9				
Pigmentación en anteras (PAN)							
Sin antocianinas	32	18	22	6	6	12	7
Bandas laterales pigmentadas (PAS)	5	6		2		12	
Mancha pigmentada en el ápice (PAT)	2	5	3	1		8	
Pigmentación en el pistilo (PPT)							
Sin antocianinas	28	5	14	1	6	12	5
Estigma Pigmentado (PS)	1	5	1	2		1	2
Pigm. en Pared Interna del Ovario (POW)	9	19	6	5		20	
Color del cáliz (CLZ)							
Verde con pocas manchas	1		1	4	4	1	2
Verde con abundantes manchas	5	2	3	4		13	2
Pigmentado con abundante verde	7	11	11		1	6	3
Pigmentado con poco verde	18	9	4	1		10	
Rojizo	1		3	1		1	
Morado	7	7	2			4	

Continúa ...

Continuación ...

Descriptor /estado (flor)	Grupo						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Color del pedicelo (CPL)							
Verde			1		5		
Sólo articulación pigmentada	1	5	1	1		1	1
Ligeramente pigmentado a lo largo s/artic			15	1			
Lig pigm. a lo largo y en articulación	24	10		4		18	6
Pigmentado sobre la articulación	4	6	1	1	1	1	
Pigmentado debajo de la articulación	1	1	1	2		9	
Mayormente pigmentado y articulación verde	4	2				1	
Completamente pigmentado	5	5	6	1			

Cuadro 3. Frecuencias absolutas de caracteres morfológicos con mayor frecuencia nivel de tubérculo de siete grupos de accesiones obtenidas según el análisis de Ward, de 151 accesiones de papa de la subespecie *Solanum stenotomun* Juz. & Bukasov.

Descriptor /estado (tubérculo)	Grupo						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Color predominante de la piel tubérculo (CPPL)							
Amarillo	3		2			3	
Marrón	23	3	8		4	4	
Rojo	1	2	1	1			
Rojo- morado	5	6	10	9		7	
Morado		2	3			10	
Negruzco	2	16	1			11	7
Intensidad color predominante de piel del tubérculo (INTC)							
Intenso / oscuro	9	21	8	3	2	20	7
Intermedio	13	4	8	6		12	
Pálido / claro	17	4	9	1	4	3	
Color secundario de piel del tubérculo (CSP)							
Ausente	8	27	10	6	1	6	6
Blanco- crema	1		3	1	1	3	
Marrón	3		2	1		14	1
Rojo- morado	15	1	4		4	2	
Morado	4	1	2			1	
Negruzco	6		1			9	
Distribución del color secundario de piel del tubérculo (DSCPL)							
Ausente	8	27	10	6	1	6	6
En los ojos	5		2	4	3		1
Manchas dispersas	18	1	9			17	
Como anteojos	2				1	4	
Manchas salpicadas	6	1	4		1	2	

Continúa ...

Continuación ...

Descriptor /estado (tubérculo)	Grupo						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Forma general del tubérculo (FGR)							
Alargado	1		1	1			1
Comprimido	10	15	1			3	
Elíptico	4	2	2	3		5	4
Oblongo - alargado	5	1	8	3			
Oblongo	9	3	1		2	9	
Obovado	3		1			1	1
Ovalado	1	2		3	4	9	
Redondo	1					5	1
Profundidad de los ojos del tubérculo (POJ)							
Superficial	18	7	14	2	5	14	6
Medio	19	15	9	6		20	1
Profundo	2	3		2	1	1	
Color predominante de carne de tubérculo (CPP)							
Blanco	7	10	1	2	1	11	
Crema	18	11	12	8	2	14	
Amarillo claro	5	4	8		3	2	
Amarillo	4	2	2			5	1
Amarillo intenso	5	2	2			2	6
Color secundario de carne del tubérculo (CSPL)							
Ausente	22	12	18		5	4	1
Amarillo claro	7	2	3	2		1	
Amarillo	3	1	1	1	1	1	
Amarillo intenso	3					6	6
Morado	1	6	2			15	
Violeta	1	7	1	1		7	
Distribución del color secundario de carne del tubérculo (DCSP)							
Ausente	22	12	18		5	4	6
Pocas manchas	15	6	6	5	1	15	1
Áreas	1	4		2		12	
Anillo vascular angosto	1			2		1	
Anillo vascular ancho		4					
Anillo vascular y médula		3	1	1		3	

Respecto a la variabilidad de caracteres cualitativos tanto en planta (parte aérea) como a nivel de tubérculo, las accesiones de *S. stenotomum* conforman varios grupos (cuadros 1 al 3), a nivel de tubérculos los estados más diferenciados son el color predominante de la piel del tubérculo (CPPL) con mayor discriminación para el color marrón, rojo morado, morado y negruzco,

en cuanto a la forma general del tubérculo (FGR) se presenta mayor frecuencia de formas comprimidas, es apreciable la elevada diversidad morfológica entre los diferentes aglomeramientos, aspecto que se visualiza en las fotografías 1 y 2, cada accesión posee características morfológicas peculiares además de ser procedentes de varias regiones del Estado Plurinacional de Bolivia.



Fotografías 1 y 2. Acciones de papa *Solanum stenotomun* Juz. & Bukasov del Banco de Germoplasma del INIAF (Toralapa, Cochabamba) caracterizadas a nivel de tubérculo.

Cuadro 4. Frecuencias absolutas de caracteres morfológicos a nivel de fruto o baya de siete grupos de acciones obtenidas según el análisis de Ward, de 151 acciones de papa de la subespecie *Solanum stenotomun* Juz. & Bukasov.

Descriptor/estado	Grupo						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Color de baya (CBY)							
Verde	17	8	12	4	4	18	2
Verde con pocos puntos blancos	3		4	5		2	5
Verde con bandas blancas			1				
Verde con abundantes puntos blancos		1	3		1	1	
Verde con áreas pigmentadas	4	6				10	
Verde con bandas pigmentadas	15	14	5	1	1	4	
Forma de la baya (FBY)							
Globosa	20	22	13	9	6	27	
Ovoide	14	6	7	1		6	
Cónica	2		2				
Periforme	3	1	3			2	7

Cuadro 5. Análisis Procrustes generalizado para descriptores a nivel de planta y tubérculo de 151 acciones de papa de la subespecie *Solanum stenotomun* Juz. & Bukasov.

Grupo de variables	Consenso	Residuo	Total	Proporción de consenso
Variables morfológicas (planta)	0,741	0,259	1	0,741
Variables morfológicas (suelo)	0,741	0,259	1	0,741
Total	1,483	0,517	2	0,741

Análisis de consenso (Procrustes)

El análisis de consenso entre los dos grupos de variables cualitativas a nivel de planta, flor y baya, y las características del tubérculo mostraron una concordancia del 74,1% con respecto al grupo de caracteres evaluados a nivel de tubérculo, esto indica una elevada asociación entre ambos grupos de caracteres, esto indica una alta asociación interna de los dos diferentes grupos de descriptores.

En cuanto al hábito de crecimiento de planta (HPL) sobresale el carácter decumbente. Ugarte (2005) reporta similares resultados y, por su parte, Ticlla (2003) reporta al carácter erecto con mayor frecuencia y su ocurrencia se debe causa de condiciones ambientales.

En lo referente a la hoja, Ochoa (2001) menciona la mayor presencia del carácter fuertemente disectadas de manera similar en los resultados obtenidos en el presente estudio; el tallo mostró gran variabilidad de colores, similar a los resultados obtenidos por Ugarte (2005) y Ticlla (2003).

Las características a nivel de tubérculo presentan gran variabilidad de formas, colores, profundidad de ojos y variados colores en la carne del tubérculo que son de gran importancia en la nutrición, ya que la pigmentación es un indicador de principios nutritivos. Así, papas de pulpa amarilla se relacionan con niveles significativos de luteína y zeaxantina, carotenoides. En tanto,

las papas de pulpa morada o rojiza contienen cantidades significativas de antocianinas (Burgos, 2014), según los resultados se tiene las proporciones de 43% de pulpa amarilla y 1% de pulpa morada.

Conclusiones

La caracterización morfológica de 151 accesiones de *S. stenotomun* Juz. & Bukasov mostró una elevada diversidad morfológica en los diferentes caracteres y constituye un avance importante en la documentación de la diversidad genética de la colección de papa del INIAF Bolivia.

La caracterización morfológica analizada mediante el método de agrupamiento jerárquico generó siete grupos, cuatro presentaron los aglomeramientos de mayor tamaño afines por sus características morfológicas y con una cantidad de accesiones relativamente proporcional entre sí, el resto de agrupamientos concentra un número menor de accesiones con características diferenciables más divergentes a nivel de tubérculo.

El análisis de consenso (Procrustes) permitió determinar una elevada asociación entre las matrices de datos morfológicos a nivel de parte aérea y tubérculo, debe ampliarse el empleo de este método en el cruce de datos de caracterizaciones morfológicas y moleculares en estudios posteriores.

Referencias citadas

- CIP, 2006. Centro Internacional de Papa. Descriptores de papa para la caracterización básica de colecciones nacionales de papas nativas.
- Burgos, G. 2014 “Bioaccesibilidad de carotenoides y antocianinas en papas cocidas”. En: XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa ALAP. Centro Internacional de la Papa, Lima-Perú. 102 p.
- Iriarte, V.; B. Condori; D. Parapo; D. Acuña. 2009. Catálogo etnobotánica de papas nativas del altiplano norte de La Paz-Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 142 pp.
- Iquize, E. y Rocabado, C. 2014. “Catálogo de accesiones de papa *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces de Bolivia. INIAF, VDRA Y MDRyT. Cochabamba Bolivia 1-14 pp. Disponible en: www.iniaf.gob.bo
- Ochoa, 2001. Las papas sudamericanas: Bolivia *Solanum stenotomun*. Primera edición La Paz - Bolivia pg. 354.
- Ugarte, M., Iriarte, V. 2005 Papas bolivianas. Catálogo de cien variedades nativas. Fundación PROINPA. 2a. Edición- marzo 2005.
- Van Hintum, Th. J. L., A.H.D. Brown; C. Spillane; T. Hodgkin. 2003 Colecciones núcleo de recursos fitogenéticos. Boletín Técnico N° 3 del IPGRI. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.